

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра информатики, информационных технологий
и методики обучения информатике

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И АНИМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

*Выпускная квалификационная работа
бакалавра по направлению подготовки
09.03.02 – Информационные системы и технологии*

Исполнитель: студент группы ИСиТ-1601
ИМФИиТ
Пелевина М.В.

Допустить к защите
«_____» _____ 2020 г.

Руководитель: к.п.н., доцент
кафедры ИИТиМОИ
Арбузов С.С.

Зав. кафедрой _____
М.В. Лапенков

Руководитель ОПОП _____
Л.В. Сардак

Екатеринбург – 2020

Реферат

Пелевина М.В. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И АНИМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ, выпускная квалификационная работа: 54 стр., рис. 24, библи. 38 назв.

Ключевые слова: КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, АНИМИРОВАНИЕ.

Предмет разработки – технология создания и анимирования трехмерных моделей.

Цель работы – спроектировать и разработать технологию создания и анимирования трехмерных моделей.

В настоящей работе описаны принципы моделирования и анимирования трехмерных моделей. Трехмерная графика и 3D модели, в частности, применяются в повседневной жизни, наибольшую популярность трехмерные модели получили благодаря кино и компьютерным играм. С каждым годом требования к моделям возрастает, как следствие увеличивается их сложность и степень проработки, поэтому рассмотрение соответствующих технологий является весьма актуальным.

Технологии моделирования и анимирования трехмерных моделей рассматривались в системе Blender. Blender имеет обширную документацию и крупное сообщество единомышленников, что позволяет осваивать систему достаточно быстро. Результатом данной работы стала, созданная и анимированная в системе Blender трехмерная модель. Разработанная модель может использоваться в различных сферах, к примеру, в мультипликации или компьютерных играх.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНИМИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ	5
1.1 Методы моделирования и анимирования трехмерных моделей.....	5
1.2 Анализ технологий реализации 3D моделирования и анимирования ...	17
1.3 Формализованное описание технического задания.....	26
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ И АНИМАЦИИ.....	30
2.1 Проектирование технологии моделирования и анимирования трехмерной модели.....	30
2.2 Описание технологии моделирования и анимирования трехмерной модели	38
2.3 Применение модели и технологии.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	49

Введение

Сегодня компьютерная графика очень востребована во многих сферах. Трехмерная графика считается обязательным спутником в работе архитекторов, художников, в областях игровой индустрии и машиностроения.

Специалисты с навыками трехмерного моделирования и анимации широко востребованы на рынке. Компьютерная графика имеет множество возможностей, более того в современном мире эти возможности практически безграничны. Технологии развиваются очень быстро, в следствии чего больше не нужно использовать сложные декорации и реквизиты, компьютерные редакторы легко решают данную проблему. Ключевым элементом в 3D графике является трехмерная модель. Качественно разработанная модель составляет половину успеха проекта, однако разработка модели это трудоемкий и очень сложный процесс.

Предмет разработки: технология создания и анимирования трехмерных моделей.

Цель: спроектировать и разработать технологию создания и анимирования трехмерных моделей.

Для достижения поставленной цели, нужно решить следующие **задачи**:

1. Произвести анализ информационных источников для выявления существующих подходов к моделированию и анимированию трехмерных моделей.
2. Проанализировать возможности существующих программных продуктов для моделирования и анимирования и обосновать выбор технологий реализации и необходимых программных платформ.
3. В соответствии с техническим заданием описать технологию моделирования и анимирования 3D объектов.
4. Подготовить техническую и сопроводительную документацию.

Глава 1. Теоретические основы моделирования и анимирования трехмерных объектов

1.1 Методы моделирования и анимирования трехмерных моделей

В начале своего образования компьютерная графика не использовалась так широко и не была столь эффективна как на данный момент. Первым упоминанием о компьютерной графике были 1950е годы использования дисплея для вывода изображения из ЭВМ как средство отображения визуальной и графической информации в Массачусетском технологическом университете машины Whirlwind-I. Рассвет компьютерной графики как и термин компьютерной графики был придуман лишь в 1960е г. [25]

В Университете Юты, в 1960-х годах открыли первую кафедру компьютерной графики, самые известные в этой области Айван Сазерленд и Дэвид Эванс.[2]. Одним из отцов компьютерной графики был Айвен Сазерленд, который в 1962 г. написал программу «Sketchpad» – прообраза будущих САПР, позволяющую создавать простые трехмерные объекты.

В 1970 г., произошел прогресс поскольку изобрели компьютеры четвертого поколения с использованием микропроцессора, следовательно появилась цветная графика. Так же в те года резко начали развиваться компьютерные игры, графика стала потихоньку появляется в кино и на телевидении. Появились персональные компьютеры с графическими интерфейсами, использующие компьютерную мышь Xerox Alto, 1973 г. Одними из самых первых массовых персональных компьютеров стал Apple II 1977 г., затем Apple Macintosh 1984 г., [Error! Reference source not found.]. С годами графика набирала большие обороты и становилась все более развитой.

Первый показ на больших экранах 3D графики был реализован еще 1976-м. Так же в те года создавались программы 3D моделирования, алгоритмы для рендеринга трехмерной сцены и быстро развивался

полигональный метод моделирования один из самых популярных видов моделирования на сегодняшний день [5338].

В середине 1980-х появились первые стандарты и адаптеры для обработки двумерной графики — MGA, CGA, EGA [22]. В те года цветовая палитра из 16 цветов, казалась пределом мечтаний для любителей компьютерной графики, выводилось все же только 4 цветами. В то время на экран выводилось линей, а не пикселями как мы привыкли это видеть сегодня, так как в то время это не было так не обходимо для быстро вывода изображения. «Все открытия, которые были сделаны в математике до XX века, так или иначе являются базисом современной трехмерной графики» [22, **Error! Reference source not found.**].

3D графика – это раздел компьютерной графики, совокупность приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объёмных объектов. На сегодняшний день трехмерная графика достигла такого развития что в ряде случаев например в кино или в компьютерных играх ее довольно сложно отличить от реальных изображений которые не созданы при помощи визуальных редакторов или игровых движков.

Когда происходит процесс рисования исползуют только две оси такие как X и Y, следовательно мы видим только одну сторону рисунка, это по-другому еще называют 2D графика. В 3D графике же используется третья координата Z которая была приложена к уже имевшимся двум координатам на плоскости: абсциссе и ординате [**Error! Reference source not found.**], тем самым мы можем рассмотреть рисунок с ее глубиной.

Не стоит забывать о том, что большим шагом в работе с 3D моделями является то, что модель можно легко изменять и использовать во многих проектах. Чайник может быть хороший основой как для кружки или вазы, на работу с подобным исходником затрата времени будет минимальна.

Двумерные рисунки не всегда дают подобную возможность для работы с ними, тем самым уступают 3D моделям.

Трёхмерная система работает с тремя координатами (X, Y и Z), таким способом что при изменении одной плоскости меняется расположение других. Большинство 3D систем включают в себя автоматический анализ физических характеристик. [36].

В системах 3D моделирования существует три метода трёхмерного моделирования:

- Поверхностное (полигональное) моделирование;
- Каркасное (проволочное) моделирование;
- Твёрдотельное (объёмное, сплошное) моделирование.

Каркасное моделирование – в трёхмерной графике описывает совокупность вершин и ребер, которая показывает форму многогранного объекта [**Error! Reference source not found.**]. Каркасная модель состоит из вершин, где каждая вершина – это координата (X, Y, Z) в трёхмерном пространстве. Подобные модели требуют относительно меньше количество вычислительных ресурсов, чем остальные поэтому это имеет большой состав ограничений и считается самым низким уровнем моделирования. Каркасные объекты можно отнести к аналитическим и синтетическим объектам.

У каркасного моделирования есть свои особенности: содержит информацию пространственных координатах о расположении всех вершин и ребер, вершины имеют координаты (X, Y, Z), нет плоскости, которая определяет границы между ребрами. У каркасного моделирования объекты имеют обычные математические решения в программных продуктах. Все коммерческие системы основаны на каркасной конструкции, так как это самый распространенный метод [23]. Каркасная трёхмерная модель, имеет только вершины и линии, она не содержит поверхностей, текстур или света, однако не стоит забывать, что каркасная модель, это трёхмерное

изображение, которое имеет лишь линии, которые представляют трехмерную фигуру.

Каркасное моделирование дает базовые возможности для представления трехмерной сцены или объекта, в большинстве случаев используют в качестве отправной точки. К примеру, 3D художник создает модуль с начала, просто приняв начальные вершины и соединив их линиями, затем можно добавлять поверхности и текстуры, для визуального эффекта. Линии, которые имеются в каркасном моделировании соединяются для дальнейшей работы, то есть для модели треугольника или многоугольника. Результат процесса может быть как сложным, как трехмерная сцена с множеством персонажей и различными объектами, так и простым с использованием куба. Отличным показателем детализации трехмерной модели, является наличие большого количества полигонов внутри каркаса.

К недочетам каркасной модели можно отнести: неоднозначность, ограниченный класс объектов для моделирования, отсутствие данных о взаимном расположении двух объектов, ошибки в вычислении физических характеристик объекта, невозможность выполнения тоновых изображений из-за отсутствия данных о гранях.

Каркасная модель, является самым старым способом представлением твердых тел. Каркасная модель состоит из двух таблиц: таблица вершин (Таблица 1.) и таблица ребер (Таблица 2.). Каждая вершина имеет собственное значение координат, а ребра имеют два компонента, дающие две вершины данного ребра. Например, чтобы представить куб, нужно восемь вершин и двенадцать ребер (Рис. 1.1).

Таблица 1.

Список вершин и координаты каждой из них в трёхмерном пространстве относительно единой точки начала координат (0,0,0).

Вершина	X	Y	Z
1	1	1	1
2	1	-1	1
3	-1	-1	1

4	-1	1	1
5	1	1	-1
6	1	-1	-1
7	-1	-1	-1
8	-1	1	-1

Таблица 2.
Список рёбер перечисляет начальную и конечную вершину для
каждого рёбра объекта.

Рёбро	Начальная вершина	Конечная вершина
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	5
9	1	5
10	2	6
11	3	7
12	4	8

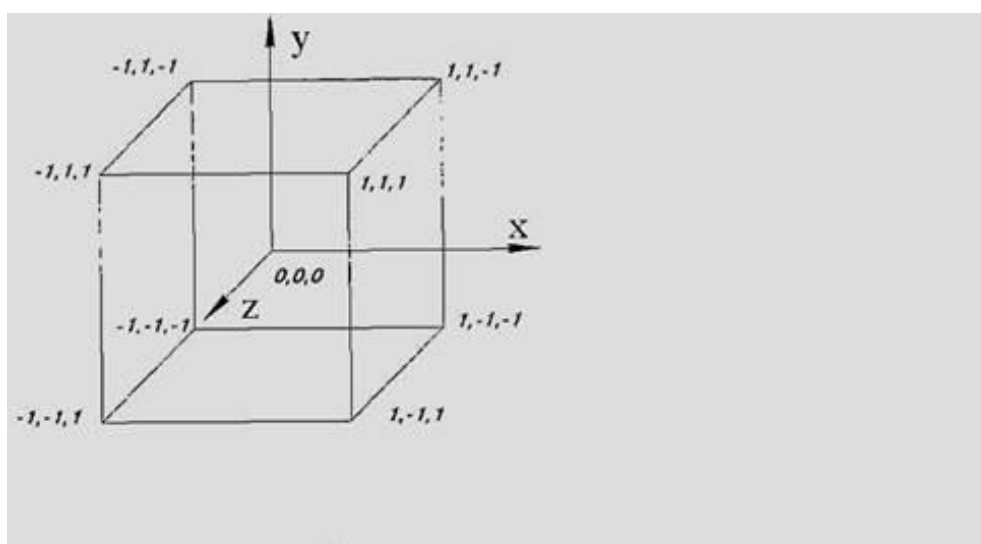


Рис. 1.1. Каркасная модель куба

Ввиду того что каркасное моделирование содержит только вершины и линии, модели могут отображаться достаточно быстро. Вследствие этого,

можно прийти к выводу, что сложное трехмерное изображение может быть уменьшено, как и анимация до каркасной модели, для редактирования и визуализации в реальном времени. Современные графические программы, могут визуализировать полностью поверхности и текстуры в режиме реального времени, в основном без задержек, а ранее использовалось каркасное представление.

Трехмерная модель чертежа сопоставляется со своим эталоном и играет важную роль в каркасном моделировании. Благодаря этому модель позволяет 3D художнику видеть и сопоставлять точки вершин в соответствии с желаемым результатом. В свою очередь каркасное моделирование является быстрым и надежным способом демонстрации концепта. Реализация детализированного, правильно отображенного макета для концепции занимает достаточное количество времени, и если это не соответствует предлагаемому проекту, то время на проект было потрачено в пустую.

Однозначно сказать нельзя, что каркасное моделирование не имеет большого значения и является бесполезным из-за погрешности в процессе моделирования. Каркасное моделирование используется тогда, когда стоит использовать высокую производительность и большое число кадров. Чаще всего используется данный метод для визуализации уже готовой модели.

Поверхностное моделирование — позволяет создавать и манипулировать поверхностями и кривыми на модели, управлять касательными кривыми на поверхности экрана. Этот метод предполагает, что поверхности отделены от среды окружения и ограничены [29]. Поверхностное моделирование является лучшим способом для создания 3D форм, для изображения поверхностей деталей, применяется для проектировки модели (Рис. 1.2).

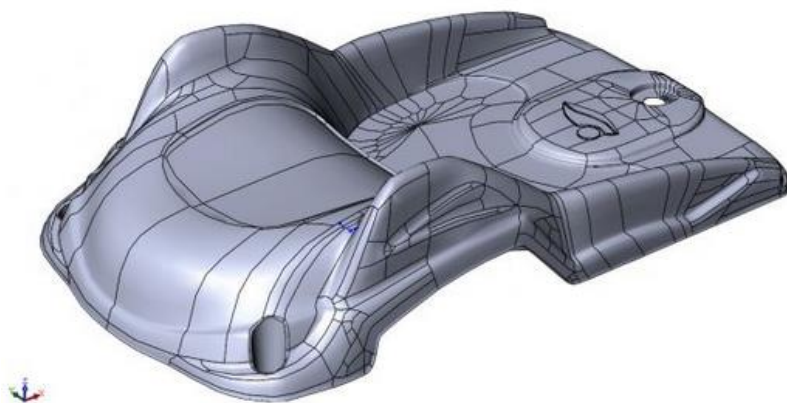


Рис. 1.2 Поверхностная модель

Поверхностное моделирование является более сложным методом моделирования объектов, чем каркасное моделирование, но не такое сложное как твердотельное моделирование. Данный метод имеет широкое применение в САПР для иллюстрации архитектурных решений. Вдобавок метод используется для 3D анимации в компьютерных играх и других схожих проектах, часто используется для преобразования между различными методами трехмерного моделирования [28].

Поверхностное моделирование имеет ряд преимуществ перед каркасным:

возможность определения сложных криволинейных граней, способность получения тоновых изображений, распознавание особых построений на поверхности и отверстий, получение качественного изображения.

Два математических положения лежат в основе поверхностного моделирования:

- любая поверхность (сфера, эллипсоид, параллелепипед) может быть аппроксимирована многогранником, у которого центр масс и моменты 2-го порядка будут такие же, как у многогранника;
- любой объект, созданный с помощью поверхностного моделирования, имеет внутреннюю и внешнюю сторону.

Когда речь идет о управлении кривыми то в поверхностном моделировании используется В-сплайны и математический метод кривых

Безье. Одним из универсальных свойств поверхностного моделирования является то, что модель невозможно разрезать как твердотельную модель. Объекты, которые используются в поверхностном моделировании, зачастую могут быть неверными, в отличие от твердотельного моделирования, ведь там оно должно быть верным. Поверхностное моделирование, используется не только в архитектурных иллюстрациях, однако также используется в трехмерной анимации, особенно данный метод используется в компьютерных играх.

Существуют различные типы поверхностей: базовые геометрические поверхности, поверхности вращения, поверхности сопряжений и пересечений, скульптурные поверхности, аналитические поверхности [17].

Базовые геометрические поверхности к этой категории относятся плоские поверхности, которые можно получить, начертив сначала отрезок прямой, а затем применить команду, которая разворачивает в пространстве образ этого отрезка на заданное расстояние; таким же образом можно разворачивать и поверхности.

Поверхности вращения образовывается вращением плоской грани вокруг некоторой оси.

Поверхности сопряжений и пересечений – это поверхности, которые создаются в результате сопряжения или пересечения поверхностей.

Скульптурные поверхности, которые невозможно описать математическими уравнениями и которые создаются лишь при помощи сплайнов, которые соединяют точки в пространстве.

Твердотельное моделирование, от поверхностного отличается тем, что имеет объём. Твердотельное моделирование на сегодняшний день является самым точным и верным методом моделирования (Рис. 1.3).

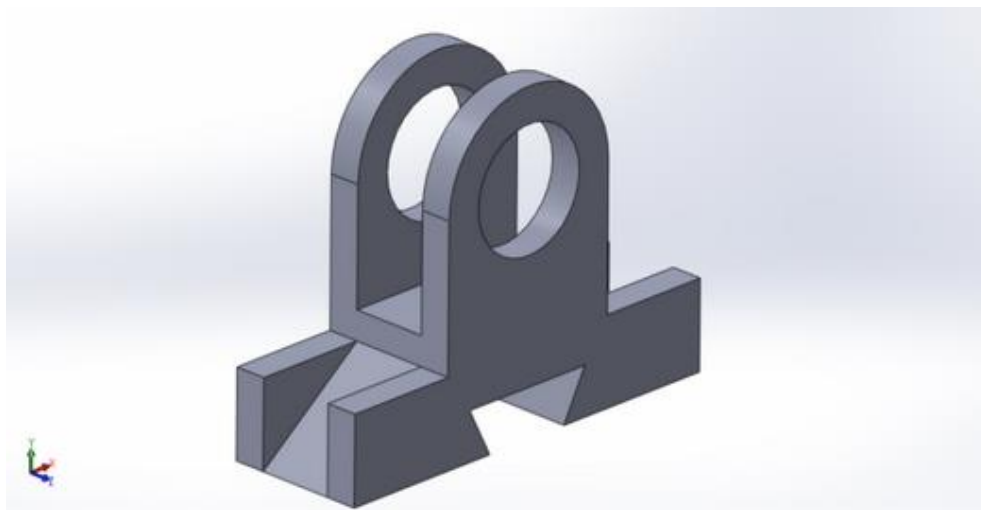


Рис. 1.3 Твердотельная модель

Твердотельное моделирование является самым продвинутым методом геометрического моделирования, имеет представление о твердых частицах объекта на компьютере. Обычная геометрическая модель состоит из проволочного каркаса, который показывает объект в виде проводов, такая проволочная каркасная структура может быть двухмерной, полуразмерной или трехмерной [20].

У данного метода есть свои преимущества: возможность разграничения внутренней и внешней областей объекта, автоматическое удаление скрытых линий, автоматическое построение трёхмерных разрезов объекта, что немаловажно при проведении анализа сложных изделий, использование методов анализа с автоматическим получением изображения конкретных характеристик, способность получения тоновых изображений.

Твердотельные модели создаются с помощью булевых операций: сложение, вычитание, пересечение, исключение.

Каркасное моделирование и моделирование поверхностей имеют отличия, и в отличие от них твердотельное моделирование, гарантирует, что все поверхности соответствуют друг другу и что объекты геометрически корректны. Модели, которые оказываются сплошными позволяют проверять наличие помех, и показывает количество занятого пространства. Когда объект является сплошной моделью, его поперечные сечения выглядят так

будто объект был разрезан по середине. Твёрдотельное моделирование является сложной технологией, так как объект моделируется как снаружи, так и внутри, твёрдые модели могут быть разрезаны, что бы можно было видеть их строение. Также модели могут быть подвержены тестирования, таким образом если бы они были физическими объектом в реальном мире.

Для создания твёрдотельной модели, изначально нужно сделать каркасную модель и преобразовать ее в трёхмерный вид. После чего поверхности добавляются в трёхмерную модель проводов, для преобразования модели в трёхмерную твёрдотельную модель [1]. Твёрдотельное моделирование нужно не только для реализации деталей машин, но также и для визуального представления зданий, электрических цепей и даже используется для людей.

Программное обеспечение для твёрдотельных моделей используется для различных целей, к примеру: инжиниринг, индустрия развлечений, медицинская промышленность.

Способы создания твёрдотельных моделей бывают двух классов:

- Метод конструктивного представления;
- Метод граничного представления.

Метод конструктивного представления реализуется с помощью базовых составляющих элементов таких как примитивы с их помощью создается твёрдотельная модель. Метод графического представления – это способ представления фигур с помощью границ.

Твёрдое тело представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов поверхности - границ между телом и окружающим пространством. Взаимосвязь конструктивного и граничного метода образуют гибкую систему работы. В настоящее время 3D редакторы позволяют сочетать каркасное, поверхностное и твёрдотельное методы моделирование как одно целое, за счет чего появляется гибкость в реализациях поставленных задач.

Исторически каркасное моделирование появилось первым, в современных системах 3D моделирования каркасные модели используются как один из методов визуализации модели. Поверхностное моделирование дает возможность описывать достаточно сложные поверхности, такую возможность используют к каркасным моделям. Данный гибрид (каркасное моделирование и поверхностное моделирование) не дает четких обозначений, которые давали бы информацию о данных объемах модели. На смену традиционным методам моделирования, пришли твердотельные модели, ограниченные произвольными криволинейными поверхностями.

Анимация в трехмерной графике – это процесс, когда меняются свойства трехмерного объекта со временем, другими словами, это движение создание при помощи компьютера [24]. Трехмерная анимация требует от аниматора множество знаний физики и математики, мимики, и даже биомеханики. В классической анимации, художнику приходится делать множество рисунков, чтобы у картинки появилась мультипликация. Художники используют программное обеспечение для создания трехмерных объектов для 3D моделирования. Далее идет риггинг, виртуальное представление объекта или скелета персонажа [37].

Существует различные способы анимации, такие как [22]:

- Анимация по ключевым кадрам;
- Анимация по траектории;
- Создание анимации при динамических симуляциях;
- Анимация, полученная методом захвата движения.

В анимации ставятся стратегические точки, чтобы у объектов появлялось движение, новые же методы анимации включают захват движения, которое записывает живое движение актера для цифровой анимации (Рис. 1.4). В трехмерной компьютерной графике нам необходимы ключевые кадры, так как последующие шаги в процессе анимации, программа рассчитывает самостоятельно. 3D анимация – это искусство

использования движений для оживления персонажей, транспортных средств, предметов и многого другого в телешоу, фильмах и играх [16].

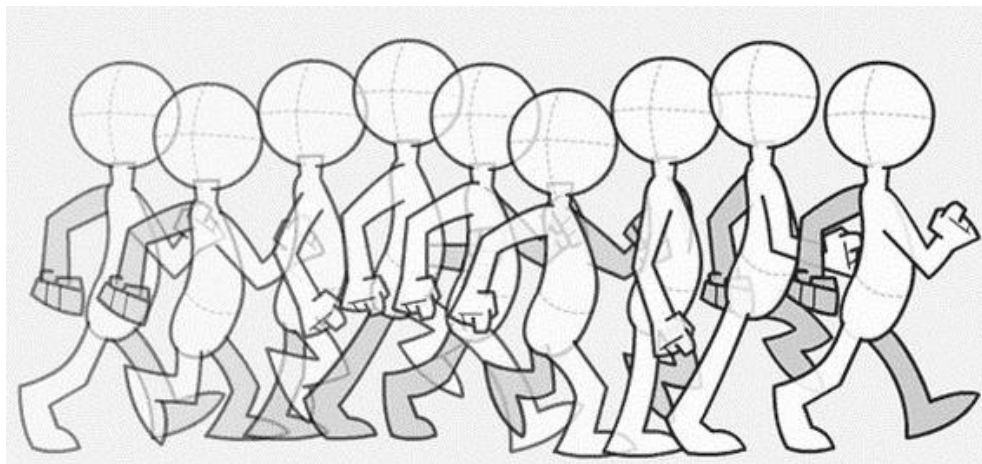


Рис. 1.4 Анимация по ключевым кадрам

Анимация является неотъемлемой частью жизни, мультипликацию часто используют в кино и в компьютерных играх, по аналогии анимация это плавная иллюзия, созданная благодаря сменяющимся кадрам. Анимация, как один из процессов оживления, дает возможность трехмерным моделям движение, также дает возможность реализоваться на базе двух типов:

- Первый способ подразумевает создание мультипликационного кино из серии рисунков, имитирующих все промежуточные стадии между двумя разными перемещениями, другими словами двумерная анимация;
- Второй способ подразумевает на базе анимации трехмерных объектов лежит принцип придания трехмерным моделям квантов перемещения, для плавного перемещения, данный способ называется анимация по ключевым кадрам.

В трехмерной анимации используются трехмерные модели, материалы и освещение. Для анимации, аниматор выделяет лишь ключевые кадры, к примеру, первый кадр и десятый, а программное обеспечение реализует плавное движение между ними. В следствии чего на этапе визуализации данное действие представлено двумерными изображениями, исходя из этого и создаётся иллюзия движения.

В настоящем разделе были описаны: история компьютерной графики, методы моделирования и анимирования. Нами были рассмотрены каркасный, поверхностей и твердотельный метод моделирования, а также метод анимирования по ключевым кадрам. Изученные методы и подходы позволяют успешно создать и анимировать трехмерную модель.

1.2 Анализ технологий реализации 3D моделирования и анимирования

Существуют решения для реализации моделирования и анимирования трехмерных объектов, они имеют как достоинства, так и недостатки.

Мы рассмотрим следующий список программных продуктов:

- Blender,
- Cinema 4D,
- Zbrush,
- Autodesk Maya,
- Autodesk3dsMax.

Cinema 4D – пакет для создания трехмерной графики и анимации. Cinema 4D – универсальная комплексная программа для создания и редактирования трехмерных объектов и эффектов [24]. Данный редактор предлагает полный набор инструментов и функций, который помогает добиться 3D художнику результатов. Функционал позволяет реализовать полигональное или процедурное моделирование, текстурирование, освещенность или рендеринг (Рис. 1.5).

Программа позволяет создавать графику для игр, анимации персонажей, визуализацию архитектурных сооружений и многое другое. Cinema 4D доступна в четырех вариантах, для разных потребностей 3D художника: Prime, Studio, Broadcast, Visualize. У программы есть достаточное преимущество перед аналогичными конкурентами, в свою очередь программный продукт ценится за свою стабильность [8].

Одной из основных возможностей программы является совмещение различных типов моделирования, таких как полигональное и NURBS-моделирование, также легкое и быстрое переключение между частями трехмерной модели, что облегчает работу со всеми типами моделирования. Производство и анимация трехмерных объектов, уже созданных как шаблон также актуальна, как и анимация персонажей. Пакет имеет модуль для создания реалистичных волос и управления ими, конечно, можно использовать сторонние визуализаторы, на основную версию редактора, также у программы имеется неплохой встроенный визуализатор [12].

Основными *достоинствами* является универсальность и ускоренный рабочий процесс, оптимизация анимации, функционал, множество обучающего материала, минимальные системные требования, многоформатность. К *недостаткам* программы можно отнести неотлаженную систему перехода между версиями, высокая цена [10].

Надежность Cinema 4D заключается в ее быстро развивающемся 3D производстве. Это идеальная платформа как для новичка в 3D моделировании, так и для опытного пользователя. Начать работу с приложением просто, благодаря логическому интерфейсу, кроме того, интерфейс разработан интуитивно, чтобы пользователь мог подстроить программу под себя, как ему удобно, за счет множества имеющихся модулей, плагинов и пакетов. Cinema 4D поддерживает моделирование, скульптинг, анимацию и высококачественный рендеринг. Программный продукт отличается быстрым освоением интерфейса и поддержкой русского языка.



Рис. 1.5 Интерфейс программы Сінета 4D

Autodesk Maya – мощный редактор трёхмерной графики и компьютерной трёхмерной анимации [26]. Maya является одной из самых популярных программ по компьютерной графике с использованием моделирования и анимации трехмерных объектов. Широко применяется в кинематографии, телевидении, мультипликации и компьютерных играх, обладает большим набором творческих функций, инструментами для анимации, моделирования, симуляции, рендеринга и создания композиций (Рис. 1.6).

Одним из особенностей данной программы, является ее открытое программное обеспечение, тем самым разработчики могут настраивать программу под подходящую версию, под определенные задачи студий. Ко всему прочему Maya имеет встроенный платформенно-независимый язык, данный язык позволяет дорабатывать и настраивать функционал программы. В программе есть все необходимое для создания трехмерной графики, вдобавок позволяет создавать все этапы 3D графики от моделирования и текстурирования до анимации, может моделировать физику твердых и мягких тел. Программа не легка в освоении, но имеется большое количество уроков по работе в данном редакторе.

Основные возможности и функционал программы Maya это ее полный набор инструментов для полигонального и сплайнового моделирования, большой набор инструментов для анимации, развитая система частиц, технология Maya Fur, технология Maya Fluid Effects, широкий набор средств создания динамических спецэффектов, UV-текстуры, нормали и цветовое кодирование и многопроцессорный гибкий рендеринг [34].

Достоинствам программы Maya можно считать работа с анимацией, в программе можно сделать многое, но лучше всего она подходит для анимирования по сравнению с другими продуктами Autodesk. Maya часто используют для киноиндустрии, так как в ней легко можно создавать реалистичную анимацию и эффекты. Программа обладает огромным набором функций и множеством возможностей работы с ними. *Недостатками* программы считаются длинное и затруднительное обучение, высокие требования к системе, существуют проблемы с совместимостью, высокая цена [11].



Рис. 1.6 Интерфейс программы Maya

Zbrush отличается от других редакторов программным обеспечением, данная программа имеет только одну имитацию процесса трехмерной лепки [13]. Программа имеет мощный функционал и интуитивный интерфейс,

который имеет современные инструменты. Обладает особенностью лепить множество полигонов, позволяет создавать все что только можно вообразить. Zbrush имеет большой спектр инструментов, которые позволяют делать 2D или 3D наброски. Принцип работы программы заключается в том, что с помощью виртуальных кистей, можно придавать различную форму трехмерному объекту так и двумерному объекту: сглаживание, выдавливание и другие (Рис. 1.7).

К интересному *достоинству* программы можно отнести то, что программа может создавать различные кисти, кроме того, кисти могут изменены и иметь собственные версии. Программа позволяет работать с высокополигональными моделями, создавать слои и ключевые инструменты. К *недостаткам* можно отнести собственное расположение камер между точкой обзора и моделью, в свою очередь плохо подходит для рендеринга. Zbrush с очень узким спектром задач, в пакете существует ограниченное количество способов низкополигонального моделирования и анимации [14].

Zbrush используется не только для моделирования, но также для придания цвета модели и рисует штрихами с глубиной. Zbrush позволяет рисовать блики и тени с особой техникой, для большей реалистичности.

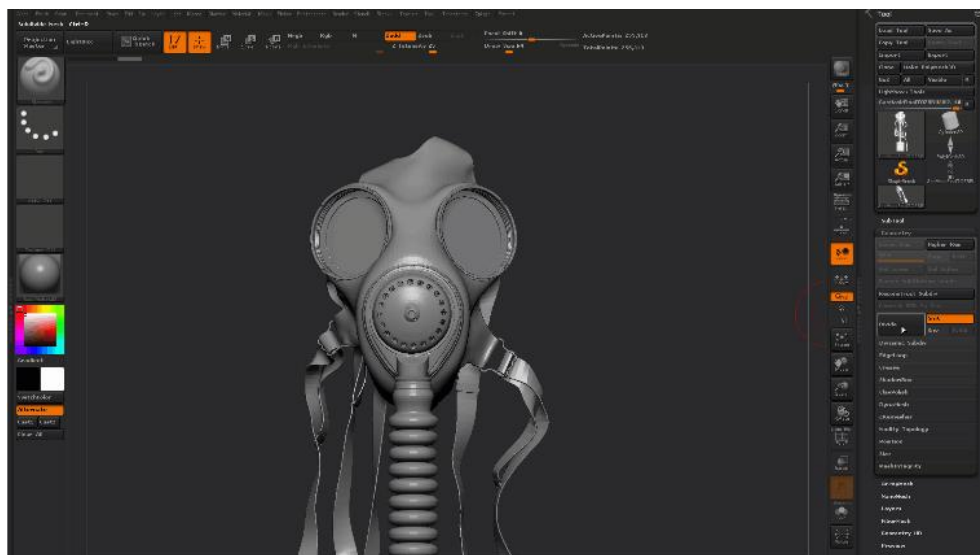


Рис. 1.7 Интерфейс программы Zbrush

Autodesk3dsMax полнофункциональная профессиональная программа для 3D моделирования, анимации и рендеринга [3]. Программа используется художниками и профессионалами в области визуализации эффектов для киноиндустрии, так же в играх для создания виртуальной реальности. Программное обеспечение позволяет создавать сильно детализированных персонажей, создавать сцены. Пакет имеет большой выбор инструментов для моделирования архитектурных проектов. Так же программа имеет анализ и настройки освещения трехмерной сцены (Рис. 1.8).

Программное обеспечение также имеет функции рендеринга, дающей добиваться высокой реалистичностью изображения, так же имеется большая библиотека, которая позволяет пользователю находить нужную информацию. 3D max так же имеет функции для моделирования трехмерных объектов, текстурирования и эффектов. Пользователи могут конвертировать сцены, чтобы можно было использовать передовыми технологиями.

3D max имеет широкий спектр для создания различных форм и работу со сложными трехмерными компьютерными моделями, такими как полигональное моделирование, сплайновое моделирование, моделирование с использованием примитивов и модификаторов, моделирование с использованием сплайновых примитивов с применением модификаторов.

Достоинством 3D max можно назвать его опции для программирования и настройки это привело к созданию настоящего изобилия скриптов и плагинов, самым удобным в программе является модификатор poly, огромный функционал и обучающей информации. К недостаткам долгое изучение программного обеспечения, проблемы с совместимостью, работает только в Windows [27].

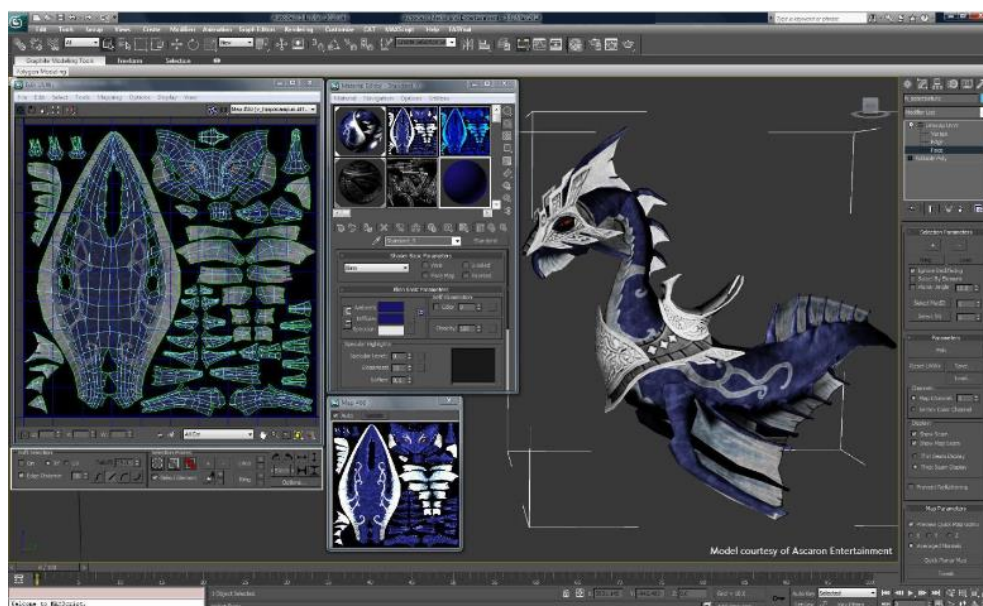


Рис. 1.8 Интерфейс программы 3ds Max

Blender профессиональный и открытый пакет для создания трехмерной компьютерной графики, в данный момент это один из самых популярных бесплатных редакторов, который не уступает по функционалу платным редакторам [6]. Имеет небольшой объем пакета программы по сравнению с другими популярными пакетами для 3D моделирования. Программа в свою очередь имеет поддержку русского языка, тем самым облегчает ее освоивание (Рис. 1.9).

В настоящее время редактор пользуется широкой популярностью среди 3D редакторов, что не удивительно, это наилучший вариант для новичков в 3d моделировании, но также используется продвинутыми пользователями. У программы открытое программное обеспечение для создания трехмерной графики она так же быстро и качественно развивается. Blender менее

профессиональная, но все же ее часто выбирают для более серьезных проектов, так как программа совершенно не уступает по количеству возможностей. С помощью программы blender можно создавать персонажей, технику, здания так же работать в режиме скульптинг, создавать анимации, визуализации постобработки и монтажа видео со звуком. Blender используется для печати 3D моделей, еще одной особенностью является то, что blender имеет собственный игровой движок.

Blender обладает поддержкой геометрических примитивов, включая полигональные модели, систему быстрого моделирования в режиме SubSurf, кривые Безье, скульптурное моделирование, векторные шрифты и другое. Программа имеет встроенные механизмы рендеринга и интеграция с внешними рендерами YafRay, LuxRender. Инструменты анимации, например инверсная кинематика, скелетная анимация и сеточная деформация широко используются. Система частиц, которая включающая в себя систему волос на основе частиц является функциональной в программе, так же так и модификаторы для применения неразрушающих эффектов и базовые функции нелинейного монтажа звука и видео.

Интерфейс обрисовывается при помощи OpenGL, Blender на первый взгляд кажется не дружелюбной пользователю. В данном редакторе решили совместить все что только вместилось и это сказалось на его простоте осваивания.

Интерфейс blender обладает двумя режимами редактирования *Объектный режим* и *Режим редактирования*. Объектный режим используется для манипуляций с индивидуальными объектами, а режим редактирования — для манипуляций с фактическими данными объекта. Управление рабочим пространством. Интерфейс Blender состоит из окон, по умолчанию их пять, всего в программе существует семнадцать типов окон, все что мы видим на экране можно заменить и закрыть, есть основные панели.

К *достоинствам* данной программы можно отнести ее свободное программное обеспечение. В программе кроме 3D моделирования, текстурирования и рендеринга, есть множество функций таких как UV развертка, ростовая графика и скульптинг. Возможно, один из самых больших плюсов программы это аддоны, кроссплатформенность, широкий функционал, открытый код, постоянные обновления. К *недостаткам* blender можно отнести интерфейс, если быть точнее его оформление, при открытии в первый раз интерфейс может ввести пользователя в ошеломление. Требуется много практики и тяжелой работы для осваивания инструментов программы [7].

Программа Blender является новаторской концепцией графического интерфейса, так же программа имеет много дополнительных особенностей.

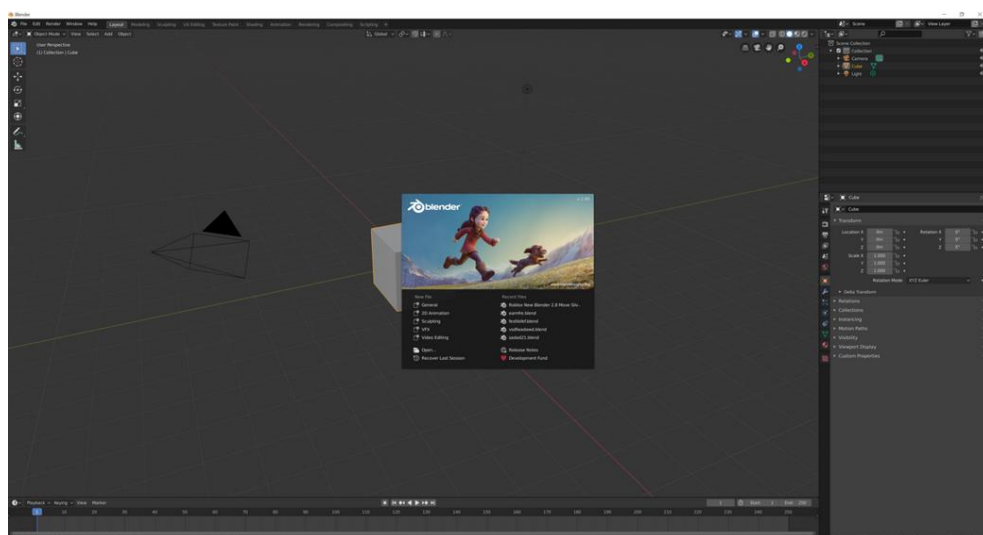


Рис. 1.9 Интерфейс программы Blender

После просмотра данных программных продуктов, стоит принять решение какой пакет подходит для поставленных задач, ведь многие из них узко специализированные. Выбор пал на программный продукт blender предназначенного для трехмерного моделирования и анимации.

Данный программный продукт имеет много преимуществ таких как: абсолютно бесплатный, активно развивается, не уступая ни в чем коммерческим аналогам, может быть использован в личных целях, широкий

спектр инструментов для моделирования, его объем составляет порядка пятидесяти мегабайт, все ресурсы он сохраняет в едином файле, также имеет поддержку русского языка, в программе можно создавать анимацию.

Из всех рассмотренных систем наиболее привлекательным является Blender. Blender распространяется на бесплатной основе, легко устанавливается и занимает мало места в системе, что позволяет быстро и просто приступить к работе. Помимо прочего, система обладает обширной документацией и крупным сообществом единомышленников, это позволяет эффективно решать возникающие при работе проблемы. Разрабатываемая в данной работе модель будет создаваться в системе Blender.

1.3 Формализованное описание технического задания

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На разработку информационной системы

«Технология создания и анимирования трехмерных моделей»

Техническое задание составлено на основе:

- ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» [19].

1. Общие сведения.

1.1. Название организации-заказчика.

ФГБОУ ВО «УрГПУ»

1.2. Название продукта разработки (проектирования).

«Технология создания и анимирования трехмерных моделей»

1.3. Назначение продукта.

Технология может быть полезна для изучения моделирования и анимирования трехмерных моделей, для применения в следующих отраслях индустрия развлечения, промышленность, медицина.

1.4. Плановые сроки начала и окончания работ.

В соответствии с планом выполнения ВКР (01.09.2019 – 19.05.2020).

2. Характеристика области применения продукта.

2.1. Процессы и структуры, в которых предполагается использование продукта разработки.

Технология может быть полезна для организаций в целях изучения моделирования и анимирования, для использования в компьютерных играх, фильмах и анимационных рекламных роликов.

2.2. Характеристика персонала (количество, квалификация, степень готовности)

Для использования пользователь должен понимать основные принципы создания и редактирования трехмерных объектов.

3. Требования к продукту разработки.

3.1. Требования к продукту в целом.

Технология может быть просмотрена на персональной компьютере.

3.2. Аппаратные требования.

Минимальные аппаратные требования: 32 битный 2 ГГц двухъядерный процессор с SSE2

3.3. Указание системного программного обеспечения (операционные системы, браузеры, программные платформы и т.п.).

Минимальные системные требования: 32 битный 2 ГГц двухъядерный процессор с SSE2, 4 ГБ оперативная память, монитор с поддержкой разрешения 1280 x 1024 и 24-битным цветом, клавиатура, мышь или трэкбол, графическая карта с поддержкой OpenGL 2.1 с 1ГБ ОЗУ.

3.4. Указание программного обеспечения, используемого для реализации.

Технология должна производиться с использованием среды разработки Microsoft 2017.

3.5. Форматы входных и выходных данных

Экспортирование и импортирование модели.

3.6. Порядок взаимодействия с другими системами, возможности обмена информацией.

Не предусмотрено.

3.7. Меры защиты информации.

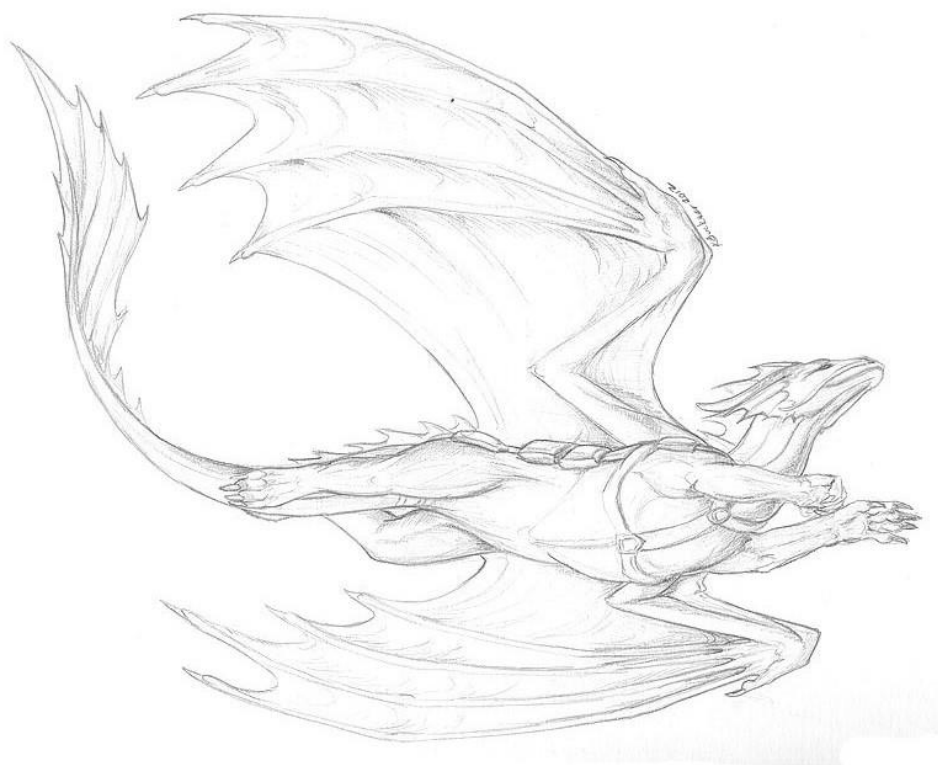
Не предусмотрено.

4. Требования к пользовательскому интерфейсу.

4.1. Общая характеристика пользовательского интерфейса.

Интерфейс должен быть простым и понятным в использовании, иметь различный функционал и множество инструментов. Включает средства для моделирования объектов, текстурирования, риггинга и анимации, а также визуализации.

4.2. Размещение информации на экране, дизайн экрана.



4.3. Особенности ввода информации пользователем, представление выходных данных.

Управление просмотром 3D модели под разными углами с помощью клавиатуры и мышки

5. Требования к документированию.

5.1. Перечень сопроводительной документации.

Руководство пользователя «Технология сознания и анимирования трехмерных моделей».

5.2. Требования к содержанию отдельных документов.

Не предусмотрено.

6. Порядок сдачи-приемки продукта.

В соответствии с планом выполнения ВКР.

Глава 2. Разработка технологии моделирования трехмерной модели и анимации

2.1 Проектирование технологии моделирования и анимирования трехмерной модели

Для создания трехмерного объекта, необходима компьютерная программа, которая имеет необходимые инструменты, функции и шаблоны. Для реализации трехмерной модели, в начале пути ставятся отправные точки, от которых и начинается разработка 3D модели. Таким образом создание трехмерной модели состоит из следующих стадий: концепция, моделирование, текстурирование, освещенность (Рис. 2.1). После выполнения данных действий модель готова к дальнейшей работе с трехмерной моделью и последующей визуализации: риггинг (создание скелета, набора костей/суставов), анимация (Рис. 2.3).

Первым делом при создании модели используется идея. Обычно при создании трехмерной модели ищут референс [9]. Это может быть как изображения, так и примеры из жизни и уже на их основании создается трехмерная модель. При наличии референса будет возможность быстрее понять цели, проще понять, как будет выглядеть трехмерная модель и видны дальнейшие действия выполнения трехмерной модели на практике. После нахождения референса, идет следующий этап – это этап моделирования модели.

Программа blender имеет основные способы моделирования, такие как: сплайновое моделирование, которое представляет собой создание 3D объектов при помощи кривых линий (сплайнов) и полигональное моделирование, которое дает возможность производить различные манипуляции с сеткой 3D объекта на уровне подобъектов: вершин, ребер, граней, которые называются В-сплайнами. Вдобавок у программы blender существует и простые способы моделирования -примитивами, метод подразумевает, что берем уже готовый примитив, который уже имеется в

программе, например куб или шар. Следовательно мы можем деформировать примитив так как мы хотим, сложный же метод отличается в том, что нам придется изначально сделать объект для работы с ним.

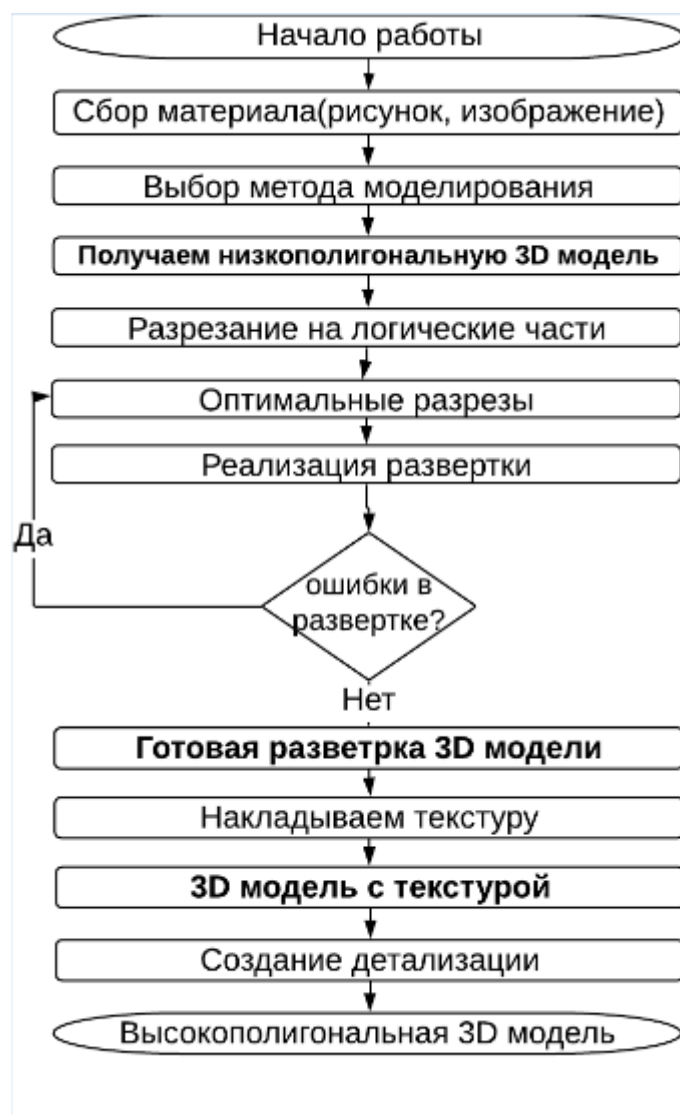


Рис. 2.1 Блок-схема процесса создания трехмерной модели

Примитивы часто выбирают для изначального моделирования трехмерного объекта [11]. Скорее всего, такая популярность вызвана легким способом редактирования структуры, большим выбором инструментария и методов моделирования. Обильное предложение в помощи пользователю. От инструментов для низкополигонного редактирования до высокополигонных деталей. Любой объект можно создать с помощью самых простейших

примитивов таких, как: плоскость (plane), куб (cube), окружность (circle), цилиндр (cylinder), конус (cone) и другие [21]. Примитив такой как куб используется пользователями чаще всего. Сложно представить, что из куба можно сделать реалистичную фигуру человека, технику и многое другое. Причем без добавления других объектов, просто дорабатывая исходный примитив.

Сплайновое моделирование в данном методе используются *сплайны* (гибкое лекало, гибкая плазовая рейка — полоса металла) трехмерные кривые. Сплайны создаются тремя точками, так же в сплайнах используются сплайновые примитивы: линия (Line), дуга (Arc), окружность (Circle), эллипс (Ellipse), многоугольник (NGon), сечение (Section), кольцо (Donut), спираль (Helix), сплайновый текст (Text) и другие [12].

Сплайновые примитивы на этапе визуализации не обрисовываются и используются как вторичные объекты для создания более сложных трехмерных объектов. Так же любой сплайновый примитив может быть самостоятельным трехмерным объектом в сцене [13]. Данные примеры обладают гибкими настройками, конечно, есть более сложные сплайновые примитивы, которые можно рассмотреть в других программах. Сплайновое моделирование достаточно точное и при масштабировании качество трехмерного объекта не изменяется. Рассмотрим отдельные ветви сплайнов.

Неоднородный рациональный B-сплайн, применяется в компьютерной графике как математическая форма для регенерации и представления кривых и поверхностей.

Кривые Безье типы кривых. Было найдено простое применение кривых Безье в компьютерной графике для моделирования гладких линий. Квадратичные и кубические кривые Безье второй и третьей степени имеют большое значение в компьютерном моделировании. Кривые же высшей степени используются редко, так как тратят на себя большую часть работы компьютера.

Полигональное моделирование является на сегодняшний день одним из самым популярных видов моделирования. Полигон упрощённо это массив, который описывает трехмерный объект. Если три или более точек заданы как вершины и соединены ребрами пространство, заполненное между ребрами, называется гранями, они формируют полигон.

Тем самым можно смоделировать абсолютно любой объект, минусом данного способа является то, что все моделируется плоскостями и при добавлении большой плоскости придется добавлять множество полигонов для того, чтобы модель не имела огранённый вид, даже при том, что большое количество полигонов не будет видны. Для компьютерных игр модель должна состоять из треугольников, но предпочтения в процессе моделирования отдается всё же четырехугольникам, но при экспорте в игровой движок всё встает на свои места.

В программе blender так же можно увеличить количество полигонов, но большая детализация не всегда имеет весомый смысл, так как понижается производительность. Оригинальность модели и идеально гладкие поверхности, благоприятствует для большой детализации и множество полигонов способствует подобному продукту. Проблемой данного продукта будет является множество точек, которые появляются при большом количестве полигонов, тем самым процессору придется обрабатывать большой объём данных. Исключительно поэтому и есть вывод, что большая детализация иногда встает вопросом имеет это смысл или можно обойтись меньшей реалистичностью. Существуют подобные термины, как high poly – трёхмерная модель с высоким количеством полигонов и low poly – трёхмерная модель с малым количеством полигонов [**Error! Reference source not found.**].

В тоже время не стоит забывать и про преимущество большой детализации модели. При использовании большой детализации даже на шаре становится более гладким, но если количество сегментов уменьшить, то по

итогу получим фигуру, мало напоминавшую шар. С большой детализацией можно реализовать множество мелких деталей, которые могут быть и не заметны на результате в целом, но при приближении камеры это будет видно и это добавит большей реалистичности модели. Естественно, в компьютерных играх используются низкополигональные модели, так как в них имеется достаточное количество полигонов для визуального восприятия получаемого объекта.

По итогу пройденной работы в blender мы получаем математическую модель, которой нужно предать определенный цвет, для этого используется текстура. В процессе моделирования объекта можно задать различные свойства объекта, ведь модель является лишь оболочкой. Материалы придаются объекту реализм с помощью различных эффектов.

Текстурирование является одной из важных этапов в реалистичности модели, ведь при ее создании все наши модели друг от друга отличаются лишь формой [34]. Однако этого недостаточно, поэтому модели и раскрашивают соответствующим образом. Наложение текстур – это трудоёмкое занятие, которое имеет свои плюсы, такие как это большие возможности для творчества (трава может быть не просто зелёной, а, например, зелёной в цветочек).

Для наложения текстуры первоначально делается развертка или же по-другому UV-преобразование соотношение между координатами (X, Y, Z) на трехмерном объекте и координатами U, V на текстуре. У координат U, V имеется значение 0 до 1. Реализация UV-преобразования производится как вручную, так и автоматически, программа blender имеет алгоритм развертывания (Рис. 2.2).

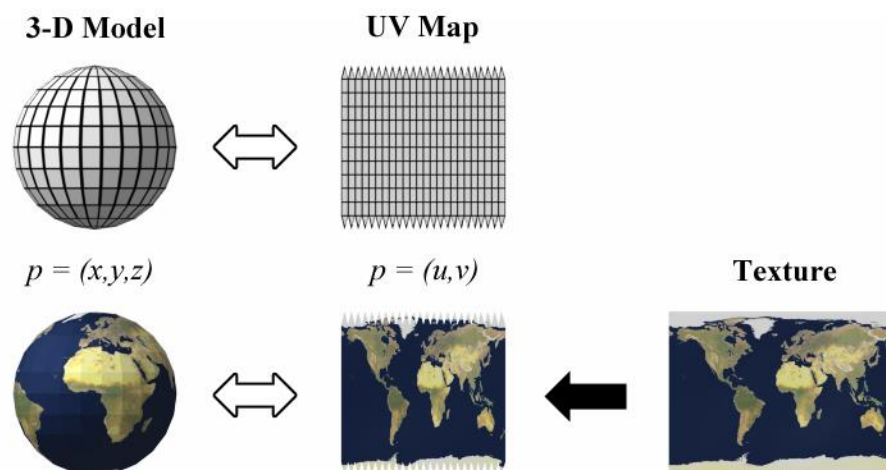


Рис. 2.2 Наложение на трехмерный объект двумерную текстуру

Текстура – это растровое изображение, накладываемое на поверхность полигональной модели для придания ей цвета, окраски или иллюзии рельефа, другими словами, двумерное изображение накладывается на трехмерную модель. Использование текстуры заменяет ресурсоемкие детали модели, такие как шрамы на коже и другие мелкие предметы на других поверхностях. Текселями (пиксель текстура на минимальную единицу текстуру трехмерного объекта) определяется качество текстурированной поверхности. Все-таки раз текстура – это двумерное изображение его размеры имеют достаточную важность при наложении на трехмерный объект **[Error! Reference source not found.]**.

В процессе моделирования объекта можно задать различные свойства объекта, ведь, по нашему мнению, модель является лишь оболочкой. Материалы придаются объекту реализм с помощью различных эффектов, включающих:

- карту неровностей (bump);
- карту рельефа (displacement);
- карту нормалей (normal map);
- карту прозрачности (alpha);
- карту бликов (specular);

- цвет.

Именно с свойствами материалов объект получает отражение, прозрачность и другие свойства с помощью лишь одной текстуры получить конечный результат невозможно.

Источников света в программе blender не мало, каждый для своих целей и с уникальными свойствами, позволяющими использовать данное освещение так же, как любой объект, который можно без труда перемещать и направлять **[Error! Reference source not found.]**. Естественно одним из наибольших преимуществ при рендере нам дает подобное добавление бликов и большей реалистичностью преимущественно тень, которая наполовину определяет хорошее освещение. Лишь поэтому это доставляет большие сложности, при сильном освещении трехмерной модели и при неправильном расставлении света о реалистичности никакой речи быть и не может. Камера в blender это ваша точка наблюдения сцены, которую можно полностью настраивать, она так же является высшей точкой наблюдения сцены. Камерой можно так же управлять и настраивать ее расположение как любым объектом. При рендере можно использовать несколько видов отображения объектов в сцене: Perspective, Orthographic, Panoramic.

Риггинг это процесс, когда персонажа готовят к анимации, включая размещение в трёхмерной модели рига (от англ. Rig – оснастка) [35]. Скелетная анимация – это когда в персонажа, речь идет не только о человеке, трехмерной модели добавляют скелет имеет иерархическую связь (риг/скелет). Тем самым осуществляется анимация. Скелетная анимация, для которой и осуществляется риггинг полезна тем, что позволяет анимировать все в плоть до движения глаз с помощью малого количества костей. Из-за того, что кости находятся в иерархической зависимости они все между собой связаны и при движении позволяет анимировать все последующие кости, связанные с той чье движение, было задействовано так же кости не обязаны быть иерархично или что бы они было взаимосвязаны. С риггингом

напрямую связан процесс *скиннинга* (от англ. skin – кожа) связь между участками поверхности. У данного процесса есть и свои минусы.

Скелет подходит как человеку, так и любому «двуногому существу», так как он может быть упрощенным до любого состояния. От него и стоит отталкиваться при создании последующих костей, их расположение должно сочетаться, что бы не было переломов. Естественно, персонажу не к чему ребра, в них нет никакого смысла и скорее всего спина потеряет всю свою гибкость. Конечно, большое количество костей придется делать для кистей, именно там персонаж должен иметь большую реалистичность. Все пропорции должны быть соблюдены для того, чтобы рука могла сгибаться как настоящая и имела большую схожесть с реальностью.



Рис. 2.3 Блок-схема процесса анимирования 3D модели

Анимация это один из быстрых способов отображения цепочки картинок, отличающимися особыми движениями. Анимация является

важным элементом кинематографии, так как на сегодняшний день представить фильмы без компьютерной анимации сложно [14].

В 3D графике полученную модель добавляют в цену к другим объектам, следующим этапом будет добавление камеры и света, и только после этого можно получить готовое изображение. Тем самым происходит визуализация, которая является одним из важных аспектов компьютерной графики другими словами рендеринг или отрисовка процесса, реализующийся с помощью компьютерной графики и 3D модели. Визуализация необходима для формирования окончательного изображения.

Резюмирую, были описаны шаги по моделированию и анимированию модели. Процесс моделирования состоит из следующих шагов: разработка концепции, моделирования и текстурирования. Процесс анимации в свою очередь, состоит из шагов: создания скелета, создание анимации с помощью перемещения костей. Таким образом спроектированные технологии позволяют эффективно создавать трехмерные модели и анимировать их.

2.2 Описание технологии моделирования и анимирования трехмерной модели

Открываем программный продукт Blender, первое что нужно сделать это собрать несколько референсов и прийти к основной идее модели. Нажимаем на `numpad (3)` для перехода в вид справа, а дальше `(5)` для перехода в ортогональный вид. Первым этапом моделирования будет модель головы дракона, моделировать мы будем с использованием модификатора Mirror.

Выбираем `(Shift+A)` Mesh – Plane, переходим в режим редактирования `(Tab)`, нажимаем Visible Selection для того, чтобы видеть вершины, которые закрыты за передней плоскостью. Далее находясь в режиме, справа, делаются простейшие манипуляции такие как работа с точками, нажимаем клавишу `(B)` для быстрого выделения нескольких или более вершин и нажимаем клавишу

(E) для экструдирования. Следующим действием нажимаем комбинацию клавиш (Ctrl+R) для создания ряда вершин как горизонтально, так и вертикально, таким образом добавляется нужно количество вершин, для создания реалистичной головы. Для приобретения округлых форм используется клавиша (S) (Рис. 2.4).

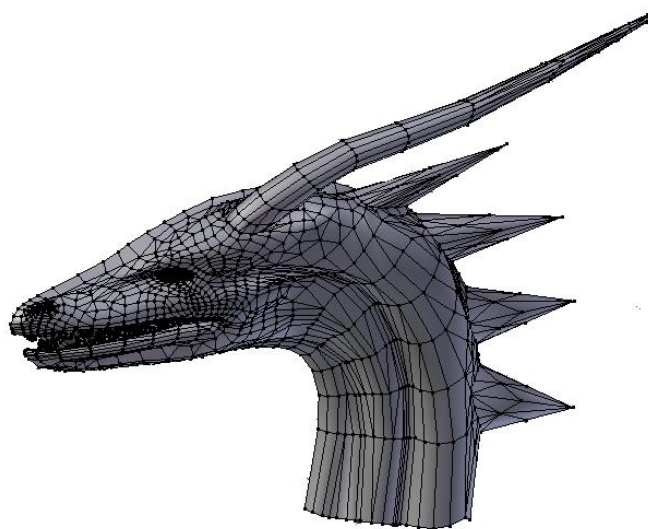


Рис. 2.4 Низкополигональная модель головы

Дальнейшим этапом моделирование является туловища дракона, оно моделируется аналогичным способом, как и голова. Продолжаем экстрадировать и масштабировать вершины. Далее мы смотрим на общую концепцию референса для получения хорошего результата. В дальнейшем моделирование хвоста делается тем же самым методом, в конце хвоста нажимаем комбинацию клавиш (Alt + M) и из списка выбираем At Center, для соединения вершин (Рис. 2.5).

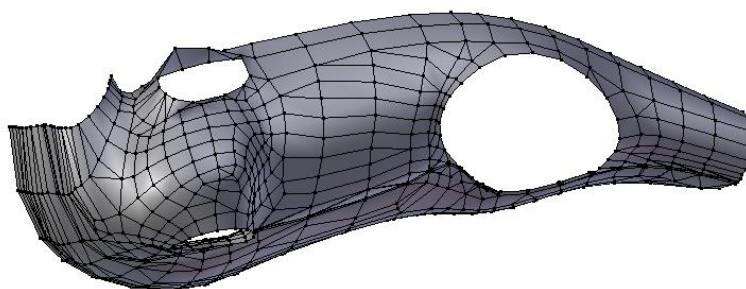


Рис. 2.5 Низкополигональная модель туловища

Передняя лапа делается с использованием масштабирования и экструдирования. Создается ряд вершин с использованием комбинацию клавиш (Ctrl + R), далее выбирается четыре полигона и экстрадируются с помощью комбинации клавиш (Alt + E) из списка выбираем Individual Faces (Рис. 2.6).

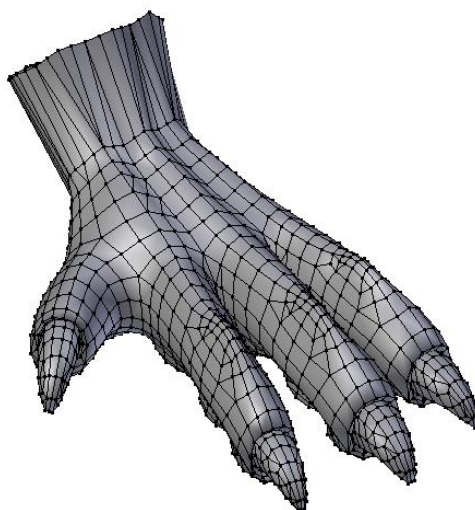


Рис. 2.6 Низкополигональная модель передней лапы

Задняя лапа дракона делается аналогическим способом, как и передняя лапа с использованием метод масштабирования и экструдирования (Рис. 2.7).

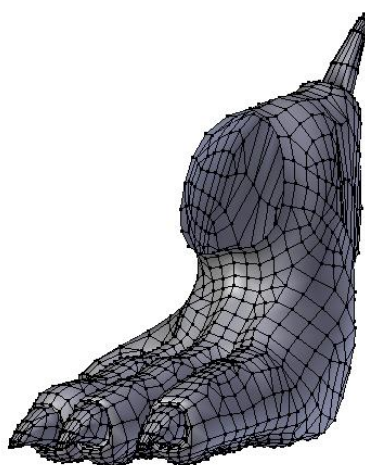


Рис. 2.7 Низкополигональная модель задней лапы

В данном способе объекты сохраняют все материалы, которые были созданы изначально. Для объединения двух или более меш-объектов в один

объект, стоит удерживать клавишу (Shift), затем нажать комбинацию клавиш (Ctrl+J) (Рис. 2.8).

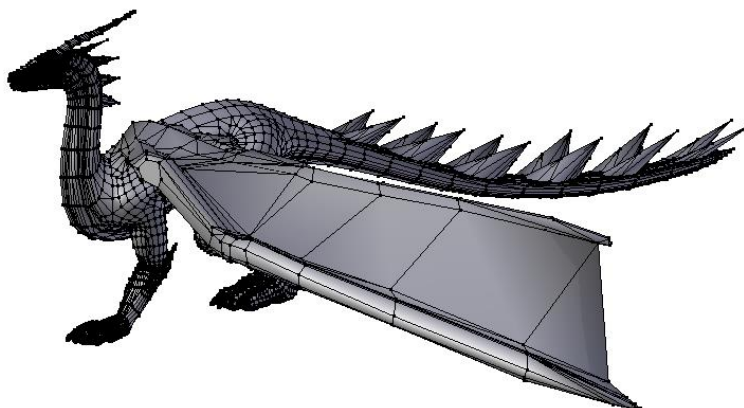


Рис. 2.8 Объединение объектов

Mirror это модификатор который отображает одну половинку модели, относительно центра объекта. При использовании данного модификатора стоит поставить галочку у Clipping, Marge и по какой оси. Clipping для того, чтобы вершины не пересекались между собой, данная настройка привязывает вершины в центре пересечения зеркальной части объекта. Marge это похожая опция она сливает вершины в заданном диапазоне (Рис. 2.9).



Рис. 2.9 Модель дракона с использованием модификатора Mirror.

Следующим шагом было использование модификатора Subsurf для сглаживания трехмерной модели дракона. У данного модификатора мы меняем лишь Wiev для большей детализации, тем самым увеличив эффект сглаживания поверхности модели. При подсчёте финального эффекта мы

должны видеть и регулировать свойства, данный модификатор можно применить только в рабочем окне (Рис. 2.10).

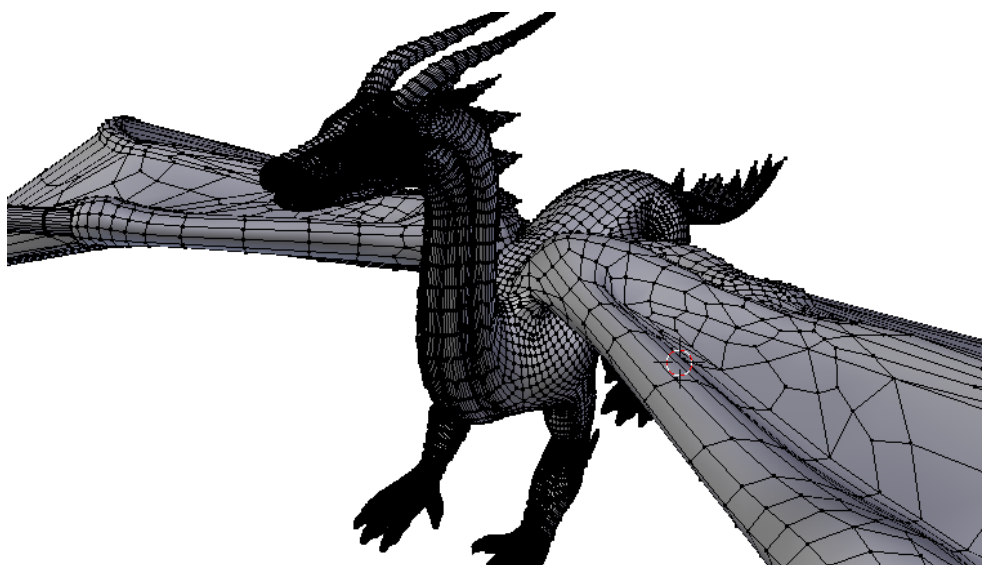


Рис. 2.10 Модель дракона с использованием модификатора Subsurf.

UV-преобразование и развёртка это перенос трехмерного объекта на 2D поверхность для текстурирования. Для правильного расположения текстуры этот процесс создания развертки очень важен. Первым шагом мы меняем рабочее пространство, переходим в режим редактирования выделяем нужные нам ребра и нажимаем сочетание клавиш (Ctrl+I) и выбираем пункт Mark Seam, тем самым мы пометим нужные ребра. Далее для развертки нажимаем (U) и выбираем нужный нам пункт Unwrap (Рис. 2.11).

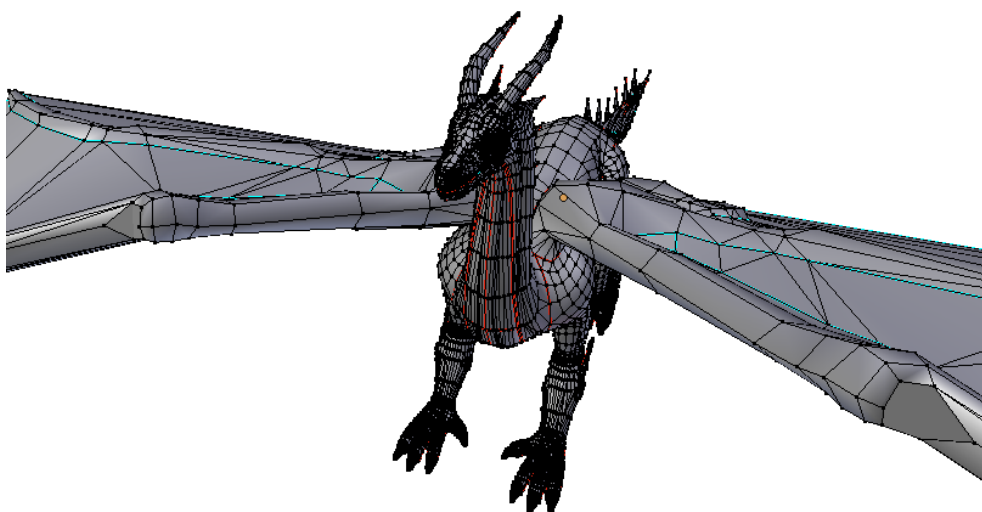


Рис. 2.11 Модель дракона с UV-преобразованием

Далее необходимо наложить на данную развертку текстуру, ниже нажимаем клавишу Open Image и выберем нужное изображение и подгоняем данную развертку к текстуре (Рис. 2.12).

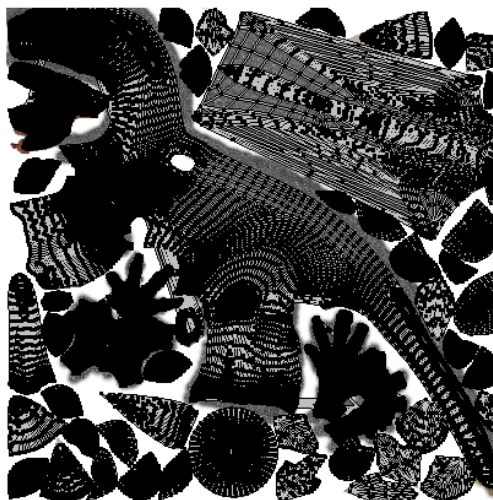


Рис. 2.12 Подгонки развертки под готовую текстуру

Добавьте в сцену кость (Shift + A) выберете Armature, а затем Single Bone. Располагаем ее по центру дракона и отмечаем в меню Display пункт X-Ray, чтобы кости было видно сквозь меш. При помощи экструдирования кости в режиме редактирования создаем еще нужное количество костей. Становим 3D-курсор в том месте, где начинается хвост и нажмем комбинацию клавиш (Shift + A). Так как мы уже находимся в режиме редактирования арматуры, то автоматически создастся новая кость. Для хвоста и крыльев, также при помощи экструдирования и перемещения, создайте еще дополнительные кости. Далее мы создаем управляющие кости для дракона (Рис. 2.13).

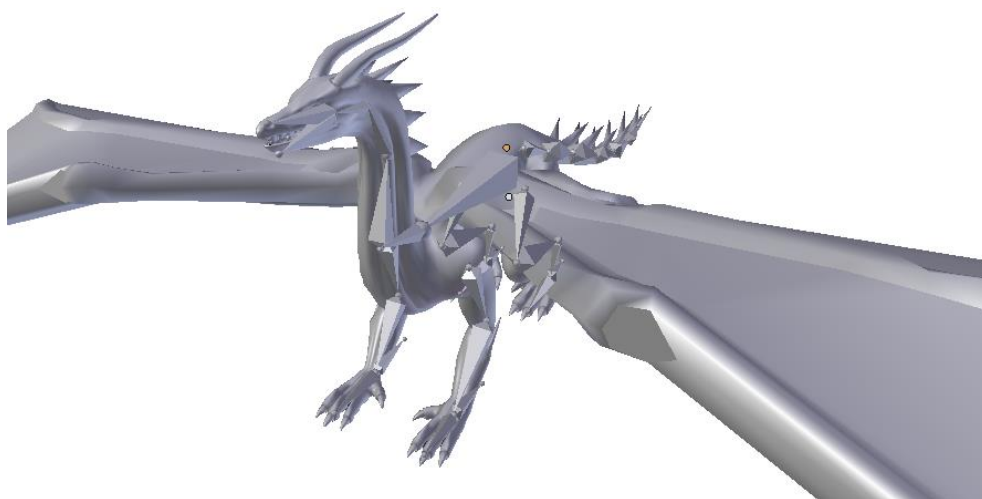


Рис. 2.13 Риггинг модели дракона

Для создания анимации переходим на первый кадр ключевой кадр и установите режим позирования (Pose Mode), и применяем нужное положение модели. Следующим действием будет переход на шестой кадр и перемещаем кости, затем устанавливаем ключевой кадр. Для визуализации устанавливаем продолжительность анимации 200 кадров и количество семплов, разрешение и формат анимации и выполните рендеринг анимации если в этом есть необходимость.

Далее мы хотим увидеть финальную картинку, для этого нам нужна функция render. Что бы этого добиться, необходимо находится в режиме выделения объектов Object Mode (стоит нажать Tab, если это не так). Окно 3D вида разбиваем на несколько частей, добавляем камеру и настраиваем, вызываем панель свойств (N) в панели View нас интересует функция Lock Camera to View, на numpad нажимаем 0 и подгоняем вид из камеры.

В настройках рендера нас интересует панель Dimensions, в данной панели нас интересует параметр Resolution, в нем настраивается ширина и высота итого изображения, далее нас интересует панель Output в нем выбираем параметр PNG, теперь нас интересуют панелька Sampling тут нас интересует параметр Samples в переменной Render выставляем 200, а в переменной Preview выставляем 100. Модель готова к визуализации, что бы начать процесс нажимаем (F+12), либо кнопку Render (Рис. 2.14).



Рис. 2.14 Визуализация модели дракона

Следующим этапом является освещенность, в другом окне (Shift+ Z) добавляем источник света, у нас это будет Hemisphere и Spot, после расположения в их нужном месте, переходим в настройки источника света. Таким же образом как и описано выше выполняем визуализацию (Рис. 2.15).

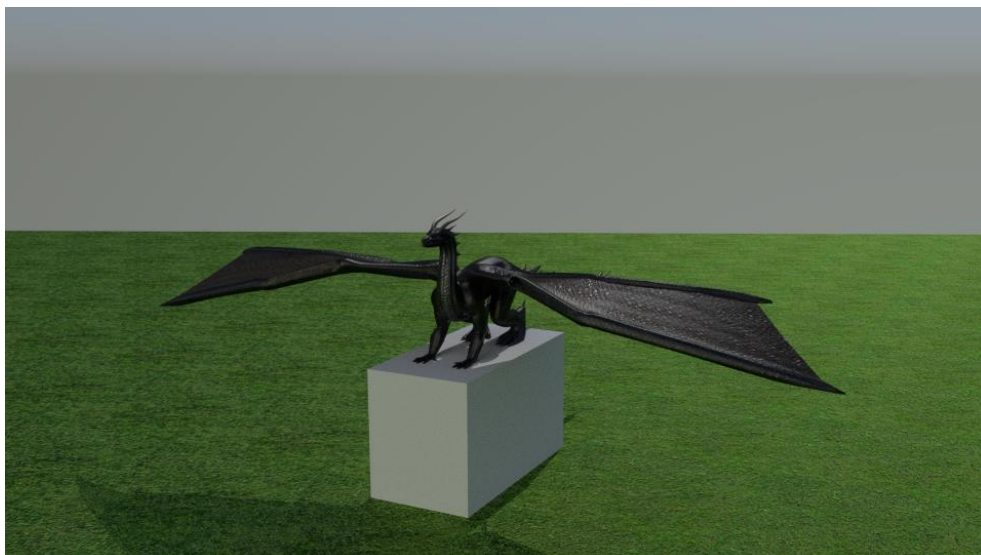


Рис. 2.15 Визуализация со светом

Таким образом были рассмотрены процессы моделирования и анимирования в системе Blender. В процессе моделирования основными функциями стали масштабирования и экструдирования, Процесс анимации подразумевает расстановку костей и использование шкалы времени Timeline для расстановки кадров анимации. Описанные технологии позволяют создавать и анимировать трехмерные модели.

2.3 Применение модели и технологии

Изучение 3D технологий обосновано буквально повсеместным внедрением трехмерной графики во все возможные сферы жизни. Использование трехмерной модели позволяет показать объект с разных сторон, менять ракурс, поворачивать, вносить собственные коррективы

Результатом нашей работы была трехмерная модель дракона и ее анимация, применение данной трехмерной модели возможно во множестве сферах, так как разработать трехмерную модель можно для чего угодно, основные из которых мы рассмотрим.

Первым этапом может быть один из итогов 3D визуализации, что мы и сделали с моделью. Наша модель имеет как визуализацию изображения, так и визуализацию анимации. Визуализация — это процесс наглядного

представления информации. Визуализация нужна для художественного, развлекательного и культурного применения, помимо этого визуализации имеет и практическое применение, в котором может быть использована наша модель. Следует отметить, что модель, смоделированная нами, может быть неоднократно использована в 3D визуализации.

Второй способ, где может быть использована трехмерная модель дракона это в разработке компьютерных играх. Так как наша модель состоит из четырехугольников, она хорошо подходит для визуализации, но для игр можно позволить себе использовать в топологии треугольники, из-за чего наша модель может быть использована и применяться в игровой индустрии. Трехмерная модель дракона, может быть отлично оптимизирована, так как наша модель готова у нее есть текстура и материалы, она может быть экспортирована в игровой движок – программный компонент компьютерной игры, который отвечает за весь процесс игры.

Третий этап, который мы рассмотрим внедрения нашей модели, это применение в 3D печати. Модель может быть применена в мелкосерийном производстве, так как данную технологию печати используют для различных фигурок. 3D печать позволяет экспериментировать в различных сферах.

В последнее время трехмерная графика является обязательным этапом производственного процесса, поскольку позволяет в деталях оценить проектируемые образцы. Данная модель может пригодиться в различных сферах, она может всегда использоваться для визуализации и быть использована в различных сценах с другими моделями, либо быть частью компьютерной игры или после 3D печати стоять на полке.

Заключение

На основе проделанного нами исследования, создана технология моделирования и анимирования 3D моделей. Технология была реализована с учетом того, что она имеет широкое применение и является актуальной на сегодняшний день.

В процессе выполнения работы в рамках сформулированных задач было

проделано следующее:

1. На основе произведенного анализа различных информационных источников, были выявлены и проанализированные существующие методы моделирования и анимирования трехмерных объектов, среди которых был выбран поверхностный метод моделирования и анимация по ключевым кадрам.
2. В результате оценки функциональных возможностей и инструментальных средств 3D редакторов, был обоснован выбор Blender профессиональный и открытый пакет для создания трехмерной компьютерной графики.
3. В соответствии с техническим заданием была описана технология моделирования и анимирования трехмерной модели.
4. Представлены примеры использования данного продукта.

Таким образом, следует считать, что результат технологии соответствует всем требованиям технического задания, поставленная цель достигнута. Работа носит значенный характер.

Список информационных источников

1. 3D моделирование - 3D modeling. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: https://ru.qwe.wiki/wiki/3D_modeling (дата обращения: 14.05.2020).
2. 3ds Max: Pros, Cons, Quirks, and Links. – Текст : электронный // Medium : [сайт]. – URL: <https://medium.com/imeshup/3ds-max-pros-cons-quirks-and-links-a2a48832dbbe> (дата обращения: 14.05.2020).
3. Autodesk 3ds Max. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max (дата обращения: 20.05.2020).
4. Autodesk Maya: полезные базовые функции для работы с 3Д моделями. – Текст : электронный // Хабр : [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/post/457720/> (дата обращения: 20.05.2020).
5. Autodesk_Maya. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya (дата обращения: 14.05.2020).
6. Blender. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата обращения: 20.05.2020).
7. Blender: pros, cons, quirks, and links. – Текст : электронный // Medium : [сайт]. – URL: <https://medium.com/imeshup/blender-pros-cons-quirks-and-links-3a9bf803826f> (дата обращения: 14.05.2020).
8. Cinema 4D. – Текст : электронный // VideoSmile — все о визуальных эффектах и моушн-дизайне в одном месте : [сайт]. – URL: <https://videosmile.ru/lessons/read/cinema-4d.html> (дата обращения: 14.05.2020).

9. Cinema 4D. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Cinema 4D](https://ru.wikipedia.org/wiki/Cinema_4D) (дата обращения: 14.05.2020).
10. Cinema 4D: pros, cons, quirks, and links. – Текст : электронный // Medium : [сайт]. – URL: <https://medium.com/imeshup/cinema-4d-pros-cons-quirks-and-links-1d5009d16c5f> (дата обращения: 14.05.2020).
11. Maya: pros, cons, quirks, and links. – Текст : электронный // Medium : [сайт]. – URL: <https://medium.com/imeshup/maya-pros-cons-quirks-and-links-4ee1c4eeec2> (дата обращения: 20.05.2020).
12. Why Cinema 4D?. – Текст : электронный // Махон : [сайт]. – URL: <https://www.maxon.net/en-us/products/cinema-4d/overview/> (дата обращения: 14.05.2020).
13. ZBrush. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ZBrush> (дата обращения: 20.05.2020).
14. Zbrush: pros, cons, quirks, and links. – Текст : электронный // Medium : [сайт]. – URL: <https://medium.com/imeshup/zbrush-pros-cons-quirks-and-links-9f48d01ddd99> (дата обращения: 20.05.2020).
15. Анимация. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Анимация> (дата обращения: 15.05.2020).
16. Анимация в трехмерной графике. – Текст : электронный // Masked Brothers : [сайт]. – URL: http://www.maskedbrothers.ru/articles/animation_basic/ (дата обращения: 14.05.2020).
17. Аппликата. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аппликата> (дата обращения: 10.05.2020).
18. Глава 11.1: Освещение. Теория. – Текст : электронный // Blender Russian Documentation Project : [сайт]. – URL:

http://b3d.mezon.ru/index.php/Глава_11.1:_Освещение._Теория (дата обращения: 20.05.2020).

- 19.ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы = Information technology. Set of standards for automated systems. Technical directions for automated system making : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.03.89 N 661 : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1990-01-01 / разработан Государственным комитетом СССР по стандартам, Министерством приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР. – Москва : Стандартиформ, 2009. – 12 с. – Текст : непосредственный.
- 20.Граничное представление. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Граничное_представление (дата обращения: 14.05.2020).
- 21.Графические примитивы. – Текст : электронный // Базальт : [сайт]. – URL: <https://docs.altlinux.org/ru-RU/archive/2.4/html-single/master/alt-docs-extras-openoffice/ch04s03.html> (дата обращения: 15.05.2020).
- 22.История 3D-графики. – Текст : электронный // Национальный исследовательский университет : [сайт]. – URL: <https://www.hse.ru/news/communication/150125816.html> (дата обращения: 10.05.2020).
- 23.Каркасная модель. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Wire-frame_model (дата обращения: 15.05.2020).

24. Компьютерная анимация. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная анимация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерная_анимация) (дата обращения: 14.05.2020).
25. Компьютерная графика. – Текст : электронный // 3D графика - познание и творчество : [сайт]. – URL: <https://sites.google.com/site/vseeo3dgrafike/istoria/istoria-vozniknovenia-i-razvitiia> (дата обращения: 10.05.2020).
26. Моделирование сплайнами. – Текст : электронный // Блендер Украина : [сайт]. – URL: <http://blender3d.org.ua/forum/beginner/239.html> (дата обращения: 15.05.2020).
27. Поверхностное моделирование. – Текст : электронный // mastercam : [сайт]. – URL: http://mastercam-russia.ru/design_doc_5.html (дата обращения: 15.05.2020).
28. Поверхностное моделирование. – Текст : электронный // ptc : [сайт]. – URL: https://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian/index.html#page/surfacing/surface/online_help/aux_files/surfacing.html (дата обращения: 15.05.2020).
29. Поверхностное моделирование. – Текст : электронный // Высокие технологии : [сайт]. – URL: <http://vys-tech.ru/2017/08/04/poverxnostnoe-modelirovanie/> (дата обращения: 15.05.2020).
30. Примеры технологий в анимации. Понятие и виды анимации. – Текст : электронный // tractorillo : [сайт]. – URL: <https://tractorillo.ru/examples-of-technologies-in-animation-concept-and-types-of-animation/> (дата обращения: 14.05.2020).
31. Примитивы. – Текст : электронный // Blender 2.83 Руководство Пользователя : [сайт]. – URL: <https://docs.blender.org/manual/ru/dev/modeling/meshes/primitives.html> (дата обращения: 15.05.2020).

- 32.Референс. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Референс> (дата обращения: 15.05.2020).
- 33.Риг. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Риг> (дата обращения: 20.05.2020).
- 34.Создание материалов и текстур для трехмерных моделей. – Текст : электронный // Masked Brothers : [сайт]. – URL: https://www.maskedbrothers.ru/articles/texture_creation/ (дата обращения: 20.05.2020).
- 35.Сплайновое моделирование. – Текст : электронный // ИНТУИТ Национальный Открытый Университет : [сайт]. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/1080/262/lecture/6685> (дата обращения: 15.05.2020).
- 36.Трёхмерная графика. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная_графика (дата обращения: 15.05.2020).
- 37.Что такое анимация? . – Текст : электронный // ArcMap : [сайт]. – URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/map/animation/what-is-an-animation.htm> (дата обращения: 15.05.2020).
- 38.Рендеринг. – Текст : электронный // Википедия: Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Рендеринг> (дата обращения: 28.01.20)